

Turbine blade shroud structure

Patent number: DE3818882
Publication date: 1989-01-12
Inventor: THOMPSON ALFRED RAYMOND (GB); HIRST ROY TALBOT (GB)
Applicant: ROLLS ROYCE PLC (GB)
Classification:
- international: F01D9/04
- european: F01D11/18
Application number: DE19883818882 19880603
Priority number(s): GB19870015381 19870701

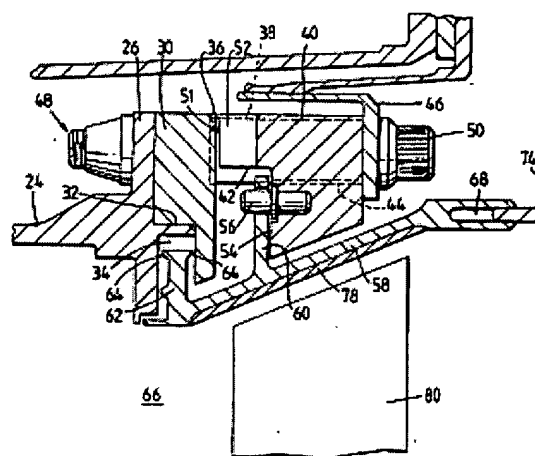
Also published as

 US486334
 JP1012001
 GB220665
 FR261753

Abstract not available for DE3818882

Abstract of correspondent: **US4863345**

The invention is aimed at avoiding excessive wear of the tips of the turbine blades in deceleration of a gas turbine engine, and provides a control ring which is loosely supported by fixed structure. The control ring is made from a material which reacts more slowly to thermal changes than the support structure and firstly being loosely supported thereby, avoids the stresses which would be otherwise experienced by the fixed joining of differing materials for operation in varying temperatures. Secondly, on deceleration of the associated engine with consequent fall in operating temperature, the control ring contracts more slowly than the turbine assembly and so avoids engaging the shrouds abradable linings with the tips of the blades.





19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 38 18 882 C 2

51 Int. Cl.⁶:
F 01 D 11/18
F 01 D 5/22

21 Aktenzeichen: P 38 18 882.1-13
22 Anmeldetag: 3. 6. 88
43 Offenlegungstag: 12. 1. 89
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 9. 98

DE 38 18 882 C 2

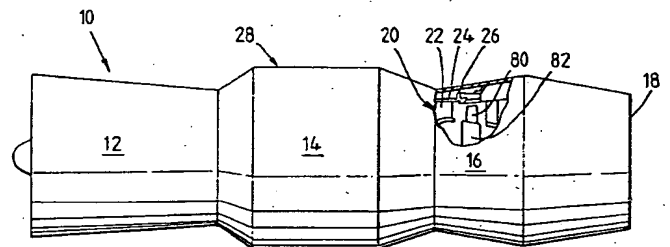
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität:
15381/87 01. 07. 87 GB
73 Patentinhaber:
Rolls-Royce plc, London, GB
74 Vertreter:
G. Koch und Kollegen, 80339 München

72 Erfinder:
Thompson, Alfred Raymond, Chellaston, Derby,
GB; Hirst, Roy Talbot, Ticknall, Derby, GB
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE-AS 11 78 253
CH 6 42 428 A5
= U-S4 42 51 185 A

54 Gasturbinentriebwerk mit einer Ummantelung im Turbinenaufbau

57 Gasturbinentriebwerk mit einer Ummantelung im Turbinenaufbau, die aus folgenden Teilen besteht:
– ein Ausdehnungsring (40) ist in Axialrichtung und in Radialrichtung beweglich im festen Triebwerksaufbau gelagert;
– ein die Laufschaufeln (80) der Turbine (16) umschließender Schaufelring weist mehrere seitlich stumpf aneinanderstoßende Schaufelringsegmente (58) auf;
– jedes Schaufelringsegment (58) ist von einer radialen Stirnringfläche (54) des Ausdehnungsrings (40) aufgehängt und gasdicht und relativ beweglich gegenüber dem festen Aufbau (30) angeordnet;
– der Ausdehnungsring (40) besteht aus einem Material, das eine niedrigere thermische Ausdehnungscharakteristik besitzt als das Material des festen Aufbaus (30);
– der feste Aufbau weist einen Mantelring (24) und eine innere Ringnut (34) auf;
– jedes Schaufelringsegment (58) ist mit einem stromaufwärtigen, radial nach außen weisenden Flanschabschnitt (62) versehen;
– die Flanschabschnitte (62) liegen in der inneren Ringnut (34) radial beweglich und bilden einen gasdichten Abschluß gegenüber dem festen Aufbau.



DE 38 18 882 C 2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Gasturbinentriebwerk mit einer Ummantelung im Turbinenaufbau.

Ein Problem, mit dem der Konstrukteur eines jeden Gasturbinentriebwerks konfrontiert ist, besteht darin, einen möglichst kleinen Spalt zwischen den Spitzen der Turbinenlaufschauflern und dem umgebenden, festen Aufbau des Turbinengehäuses unter allen Betriebsbedingungen aufrechtzuerhalten. Die Probleme ergeben sich aus dem unterschiedlichen thermischen Wachstum von Teilen des Aufbaus und der durch Zentrifugalkraft bewirkten Streckung des Turbinenlaufschaufler-Aufbaus im Betrieb.

Es ist bekannt, den festen Aufbau des die Turbinenlaufschauflern umgebenden Turbinengehäuses aus Teilen zu konstruieren, die unterschiedliche thermische Reaktionsscharakteristiken aufweisen. Da diese Ringteile unterschiedlicher thermischer Ausdehnungscharakteristik fest miteinander verbunden sind, ergeben sich mit steigender Temperatur unvermeidbar Spannungen im Material, die bei der Konstruktion berücksichtigt werden müssen, damit sie unzulässige Grenzen nicht überschreiten.

Aus der US-PS 4 251 185 = CH 642 428 A5 ist eine Turbinenschaufel-Ummantelung mit einem Ausdehnungsring bekannt, der auf seiner radial innen liegenden Umfangsfläche Schaufelringsegmente trägt, die mit einer Abtriebskleidung versehen sind, an denen die Spitzen der Turbinenschaufeln vorbeilaufen. Der Ausdehnungsring wird an seinem radial nach außen vorstehenden Mittelflansch durch Verteilerringe gehalten, wobei er sich thermisch frei ausdehnen kann, ohne die axiale Ausrichtung mit den Laufschauflern der Turbine zu verlieren. Ein Distanzring umgibt den Ausdehnungsring und fixiert ihn bezüglich der Verteilerringe. Dieser Distanzring soll die axiale Ausrichtung des Ausdehnungsringes bezüglich des Turbinenrades gewährleisten. Durch Einführen eines Kühlmittels soll verhindert werden, daß die Heißgasströme mit dem Ausdehnungsring in Berührung kommen.

Die DE-AS 11 78 253 beschreibt eine axial durchströmte Kreiselradmaschine mit einstellbarem Deckband. Hierbei ist eine in Umfangsrichtung axial verlaufende Nut vorgesehen, in die das stromaufwärtige, zylindrische Ende eines konischen Abdeckrings einsteht. Der Abdeckring ist in der Befestigungsnut axial verschiebbar angeordnet, und er ist im Betrieb verstellbar, um beim Anfahren oder Abstellen der Turbine eine Berührung mit den Schaufelspitzen zu vermeiden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Ummantelung im Turbinenaufbau eines Gasturbinentriebwerks derart auszubilden, daß ein optimales Kopfspiel zwischen Turbinenschaufelspitzen und dem umgebenden Aufbau unter allen Betriebsbedingungen aufrechterhalten bleibt, ohne daß die unterschiedlichen Temperaturcharakteristiken verschiedener Materialien des Deckringaufbaus zu Spannungen innerhalb dieser Teile führen.

Gelöst wird die gestellte Aufgabe durch die Gesamtheit der im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale.

Dadurch, daß sich der die Schaufelringsegmente tragende Ausdehnungsring sowohl radial als auch axial relativ zu dem ihn tragenden Ringaufbau bewegen kann, wird das Auftreten von Spannungen vermieden, und die Schaufelringsegmente können sich der radialen Verlängerung der Turbinenschaufeln bzw. der die Schaufeln tragenden Turbinenscheibe unter Belassung eines optimalen Spaltes anpassen. Durch den gasdichten Abschluß der Schaufelringsegmente gegenüber dem tragenden Aufbau wird ein Leckstrom außerhalb der Schaufelringsegmente vermieden.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Gasturbinentriebwerks gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 in größerem Maßstab eine Teilschnittansicht des in Fig. 1 freiliegenden Turbinenabschnitts;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht der Anordnung gemäß Fig. 2;

Fig. 4 eine perspektivische Teilansicht der Anordnung gemäß Fig. 3, in Richtung des Pfeiles 4 betrachtet;

Fig. 5 eine der Fig. 2 entsprechende Schnittansicht mit abgewandelten Turbinenlaufschauflern.

Fig. 1 zeigt ein Gasturbinentriebwerk 10, das in Strömungsrichtung hintereinander einen Kompressor 12, eine Verbrennungseinrichtung 14, eine Turbine 16 und eine Schubdüse 18 aufweist.

Die Verbrennungseinrichtung 14 endet in einer Ausströmdüse 20, die von einer ringförmigen Anordnung von Düsenleitschauflern 22 gebildet ist, die Teile des festen Aufbaus sind.

Die Düsenleitschauflern 22 werden von einem gemeinsamen Mantelring 24 getragen, der einen Ringflansch 26 aufweist.

Das Gasturbinentriebwerk 10 ist von einem Gehäuse 28 umschlossen, das aus mehreren axial ausgerichteten Zylindern und/oder kegelstumpfförmigen Abschnitten besteht, die nicht im einzelnen dargestellt sind.

Gemäß Fig. 2 ist ein gehäusefester Ring 30 über einen Zentrierbund 32 an der stromabwärtigen Stirnfläche des Leitschaufler-Ringflansches 26 festgelegt. Eine radial nach innen vorstehende Lippe des Rings 30 bildet zusammen mit einem radial inneren Abschnitt der stromabwärtigen Stirnseite des Flansches 26 eine sich radial nach innen öffnende Nut 34.

Der äußere Teil der stromabwärtigen Stirnseite des Ringes 30 besitzt mehrere im gleichen Winkelabstand zueinander angeordnete flache Ausnehmungen 36. Die Ausnehmungen 36 besitzen ein quadratisches Profil und nehmen je ein Ende eines Riegels 38 auf, der ein entsprechendes Querschnittsprofil besitzt und dicht in die jeweilige Ausnehmung 36 einpaßt. Dies ergibt sich deutlicher aus Fig. 3.

Weiter zeigt Fig. 2 einen Ausdehnungsring 40 mit einer Ringstufe 42, die an der stromaufwärtigen Stirnseite ausgebildet ist, und in der äußeren Umfangsfläche sind Nuten 44 ausgebildet, die in Zahl und Abstand den Riegeln 38 entsprechen. Unabhängig davon, aus welchem Material der beschriebene Aufbau besteht, sollte das Material, aus dem der Ausdehnungsring 40 hergestellt ist, so sein, daß seine thermischen Reaktionscharakteristiken sich dadurch unterscheiden, daß sie langsamer auf Temperaturänderungen reagieren. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der Aufbau, der den Ausdehnungsring 40 trägt, aus einer Legierung mit der Bezeichnung N80A, und dies ist eine Nickellegierung. Der Ausdehnungsring 40 besteht aus einer Legierung N. 907, und dies ist wiederum eine Nickellegierung, die sich jedoch bezüglich Bestandteilen und Mengen von der erstgenannten Legierung unterscheidet.

Der Ausdehnungsring 40 wird gegen den Ring 30 angelegt, indem die Nuten 44 auf die Riegel 38 ausgerichtet werden, und es wird dann der Ausdehnungsring 40 gegen den Ring 30 bewegt. Die Größe der Abmessungen der Nuten 44 relativ zu jenen der Riegel 38 ist derart, daß gewährleistet wird, daß eine begrenzte Relativbewegung in Radialrichtung zwischen den Riegeln 38 und dem Ausdehnungsring 40 möglich wird. Außerdem ist die axiale Dicke des Ausdehnungsringes 40 relativ zur Länge der Riegel 38 so gewählt, daß eine begrenzte relative Axialbewegung zwischen

dem Ausdehnungsring 40 und den Riegeln 38 stattfinden kann, nachdem ein Klemmring 46 am stromabwärtigen Ende der Riegel 38 festgelegt ist. Die Fixierung wird über Mutter-Bolzen-Einheiten 48 bewirkt, wobei die Bolzen 50 durch Löcher von Ringflansch 26, Ring 30, den Riegeln 38 und dem Klemmring 46 hindurchstehen. Der Ausdehnungsring 40 ist demgemäß mit einem losen Feder-Formschluß am übrigen Aufbau festgelegt.

Ein Zentrierflansch 51, der zusammen mit der Ringstufe 42 erzeugt wird, ist im Ausdehnungsring 40 ausgebildet und an verschiedenen Stellen ausgenommen, um Kühlluftpfade 52 zu schaffen. Diese sind deutlicher aus Fig. 3 ersichtlich.

Im folgenden wird wiederum auf Fig. 2 Bezug genommen. Eine nach stromauf gerichtete Stirnringfläche 54 des Ausdehnungsringes 40 trägt mehrere im gleichen Winkelabstand zueinander angeordnete Dübelzapfen 56, die von der Stirnfläche 54 vorstehen und an den Dübelzapfen 50 sind Turbinen-Schaufelringsegmente 58 über paarweise angeordnete Träger 60 aufgehängt.

Der Vorderrand jedes Schaufelringsegmentes 58 weist einen radial nach außen weisenden Flanschabschnitt 62 auf, der von der stromaufwärtigen und der stromabwärtigen Stirnseite vorstehende Dichtungsstege 64 aufweist. Jeder Flanschabschnitt 62 ist in der Nut 34 über die Dichtungsstege 64 gelagert, die mit den Nutwänden zusammenwirken, um den Leckstrom der Turbinenabgase aus dem Turbinenringkanal 66 in den Bereich außerhalb des Schaufelringaufbaus so klein als möglich zu halten.

Das stromabwärtige Ende eines jeden Schaufelringsegmentes 58 besitzt eine axial verlaufende kreisbogenförmige Nut 68, in die das Ende eines Halteringes 70 eingreift, der mit seinem Radialflansch 72 in eine radial nach innen weisende Ringnut 74 im festen Aufbau 76 einsteht.

Die radial innere Oberfläche eines jeden Schaufelringsegmentes 58 ist in bekannter Weise mit einer Abriebauskleidung 77 ausgekleidet, und die Schaufelringsegmente 58 insgesamt umschließen eine Stufe von Turbinenlaufschaufeln 80, von denen nur der radial äußere Abschnitt einer Schaufel in Fig. 2 dargestellt ist.

Wie aus Fig. 3 und 4 ersichtlich, sind Schlitzte 78 in den Seitenrändern eines jeden Schaufelringsegmentes 58 angeordnet und nicht dargestellte Dichtungstreifen sind in bekannter Weise eingepaßt, d. h. jeder (nicht dargestellte) Dichtungstreifen erstreckt sich über die Länge des jeweiligen Schlitzes 78 und die benachbarten Ränder der benachbarten Segmente 58, so daß ein schmaler (nicht dargestellter) Spalt zwischen benachbarten Schaufelringsegmenten 58 überbrückt wird.

Wenn das Gasturbinentriebwerk 10 läuft, dann bewirken bei Beschleunigung der Turbinenscheibe 82 (Fig. 1) die Zentrifugalkräfte und das Ansteigen der Temperatur, denen die Teile ausgesetzt sind, daß die Scheibe 82 und die Turbinenlaufschaufeln 80 sich alle in Radialrichtung relativ zur Drehachse des Aufbaus ausdehnen. Der Aufbau 26 und 30, der durch die Hitze beeinflusst wird, die durch die heißen Gase erzeugt wird, welche über die Düsenleitschaufeln 22 abströmen, die durch den Ringflansch 26 umschlossen sind, wächst ebenfalls in Radialrichtung und ebenso der Ausdehnungsring 40. Der Aufbau 26, 30 besteht jedoch aus einem Material, welches schneller auf Temperaturänderungen anspricht als das Material, aus dem der Ausdehnungsring 40 besteht, so daß der Aufbau 26, 30 gegenüber dem Ausdehnungsring 40 wächst.

Dadurch, daß der Ausdehnungsring 40 lose durch den Aufbau 26, 30 und 38 abgestützt wird, wird jedoch die Erzeugung von Spannungen dazwischen vermieden.

Das anfängliche Wachsen der Turbinenscheibe 82 und der zugeordneten Turbinenlaufschaufel 80 geht schnell vonstat-

ten, während das Wachstum des Ausdehnungsringes 40 und demgemäß die Bewegung der Schaufelringsegmente 58 nach außen hin relativ langsam verläuft. Infolgedessen graben sich die Spitzen der Schaufeln 80 in die Abriebauskleidung 77 ein und die ursprünglichen Schaufelspitzen werden abgenutzt. Das Ausmaß der Abnutzung ist bei der anfänglichen Benutzung des Triebwerks am größten, wenn ein Flugzeug hochläuft, und die beschriebene Abnutzung tritt daher während des Starts des zugeordneten Flugzeugs auf.

Durch Drosselung des Triebwerks beim Übergang in den Reiseflug vermindern sich sowohl Gastemperatur als auch Zentrifugalkräfte, was zu Folge hat, daß der Aufbau 26 und 30 und die Turbinenscheibe 82 und die Turbinenlaufschaufeln 80 sich radial nach innen zusammenziehen.

Der Ausdehnungsring 40 zieht sich ebenfalls radial nach innen zusammen, aber mit einer geringeren Geschwindigkeit als der erwähnte Aufbau. Infolgedessen wird eine Kollision zwischen den Schaufelringsegmenten 58 und den Spitzen der Laufschaufeln 80 und demgemäß eine weitere Abnutzung vermieden.

Durch die Benutzung des Ausdehnungsringes 40 wird gewährleistet, daß nach einer anfänglichen Abnutzung der Spitzen der Schaufeln 80, wenn sie während der Beschleunigung des Triebwerks 10 wachsen, und nach Stabilisierung des Reisefluges der resultierende Ringspalt zwischen den Spitzen der Laufschaufeln 82 und der Abriebauskleidung 77 auf einem Minimum gehalten wird. Auf diese Weise wird der spezifische Brennstoffverbrauch des Triebwerks 10 verbessert.

Eine Bewegung der Schaufelringsegmente 58 in Radialrichtung kann körperlich in Radialrichtung oder durch eine Schwenkbewegung erfolgen. Wenn die Bewegung körperlich stattfindet, dann bewegt sich der Haltering 70 ebenfalls körperlich und sein Flansch 72 gleitet in der Nut 74. Wenn die Bewegung eine Schwenkbewegung ist, dann verschwenken die Schaufelringsegmente 58 um ihre stromabwärtigen Enden, d. h. um den Haltering 70 und die Nut 68.

Die Abmessungen von Ausdehnungsring 40 relativ zu dem Trägeraufbau 26, 30 und 38 werden berechnet unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen Reaktionscharakteristiken gegenüber Temperaturänderungen, denen sie in ihrer Umgebung ausgesetzt sind.

Gemäß einem abgewandelten nicht dargestellten Ausführungsbeispiel können die langgestreckten rechteckigen Riegel 38 durch Zapfen ersetzt werden, und die komplementären rechteckigen Nuten 44 sind durch Bohrungen ersetzt, deren Durchmesser genügend viel größer relativ zum Durchmesser der Zapfen ist, um den angestrebten losen Sitz dazwischen zu gewährleisten.

Nunmehr wird auf das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 Bezug genommen. Die Laufschaufeln 80 tragen bei diesem Ausführungsbeispiel integrale Laufschaufelringsegmente 84, von denen jedes zwei Dichtungsstege 86, 88 in bekannter Weise trägt. Wenn darartige Schaufeln benutzt werden, dann sollten die Schaufelringsegmente 58 vom Ausdehnungsring 40 in einer Ebene 90 aufgehängt sein, die so nahe als nur möglich an jener Ebene liegt, die den Dichtungssteg 88 enthält. Der Grund hierfür liegt darin, daß ein Druckabfall in den Gasen in Sehnrichtung der Schaufeln 80 auftritt, und es ist bekannt, daß der größte Druckabfall über dem stromabwärtigen Dichtungssteg 88 erfolgt. Die Druckänderung wirkt auf die Schaufelringsegmente 58 in der Weise, daß sie sich um ihre Aufhängung neigen, d. h. um die Dübelzapfen 56. Wegen der Koinzidenz oder der angenähernten Koinzidenz des Neigungspunktes und des Dichtungssteiges 88 wird jedoch gewährleistet, daß ein minimaler Zwischenraum zwischen dem Dichtungssteg 88 und der Abriebauskleidung 77 an jedem Schaufelringsegment 58 aufrecht-

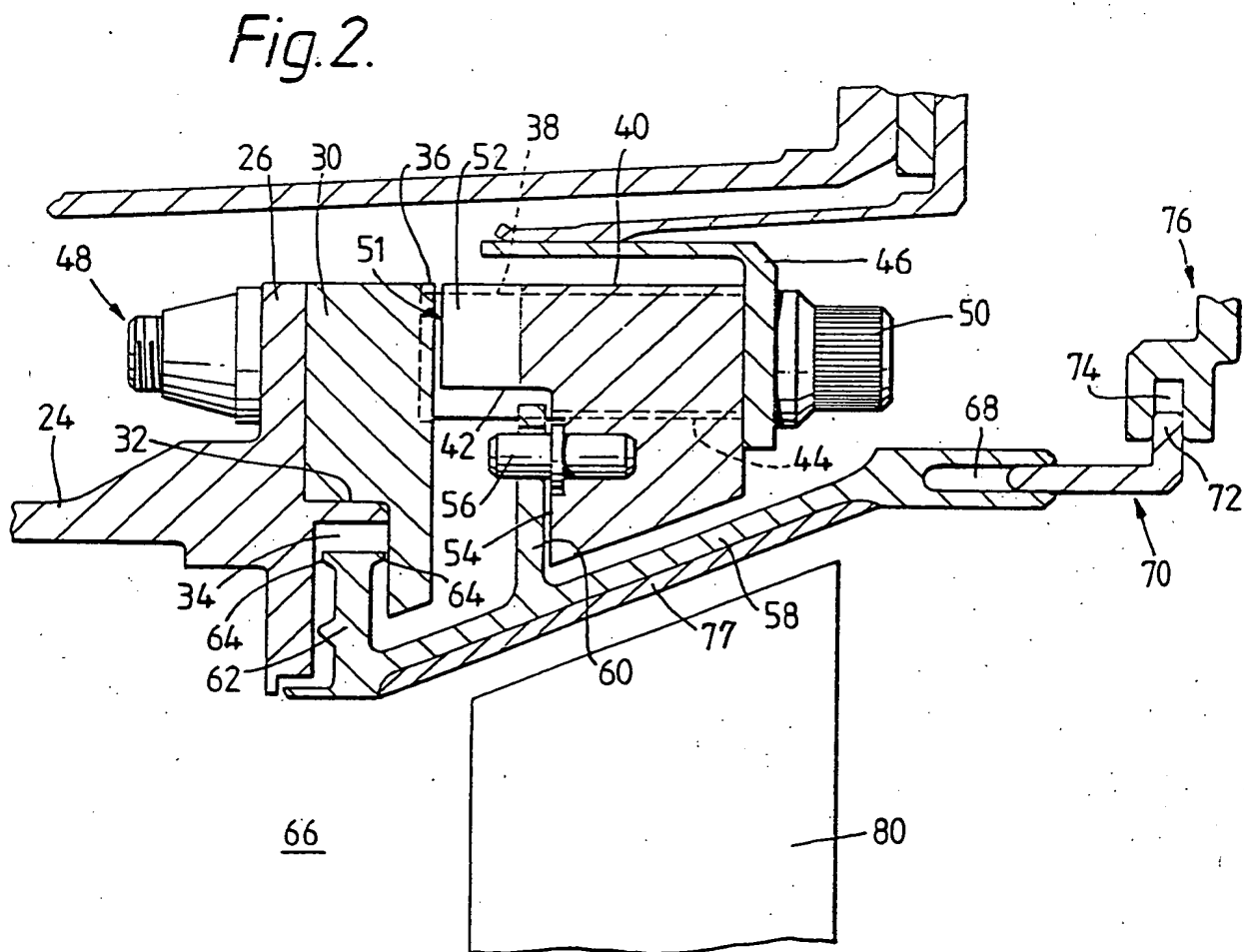
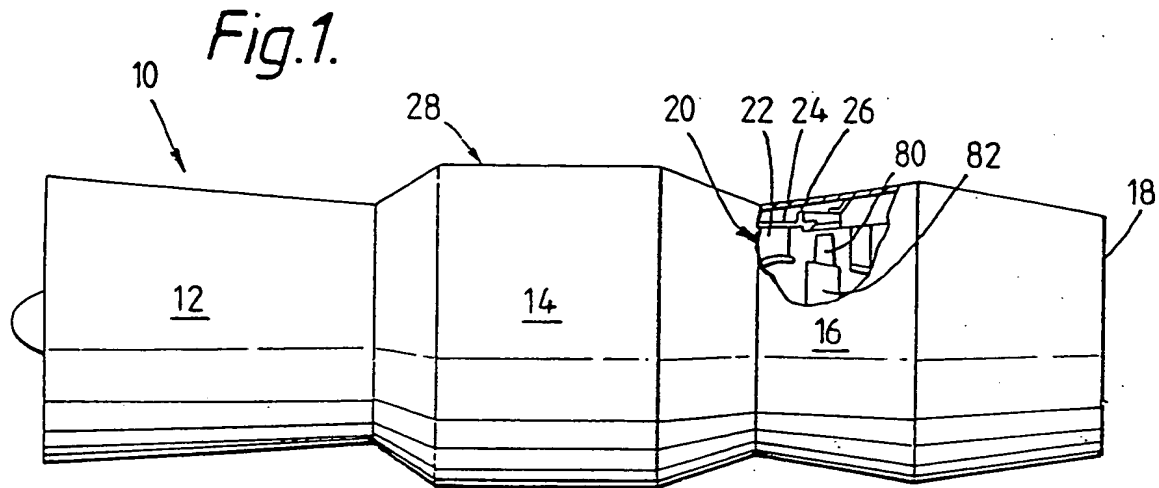
erhalten wird.

Patentansprüche

1. Gasturbinentriebwerk mit einer Ummantelung im Turbinenaufbau, die aus folgenden Teilen besteht:
 - ein Ausdehnungsring (40) ist in Axialrichtung und in Radialrichtung beweglich im festen Triebwerksaufbau gelagert;
 - ein die Laufschaufeln (80) der Turbine (16) umschließender Schaufelring weist mehrere seitlich stumpf aneinanderstoßende Schaufelringsegmente (58) auf;
 - jedes Schaufelringsegment (58) ist von einer radialen Stirnringfläche (54) des Ausdehnungsringes (40) aufgehängt und gasdicht und relativ beweglich gegenüber dem festen Aufbau (30) angeordnet;
 - der Ausdehnungsring (40) besteht aus einem Material, das eine niedrigere thermische Ausdehnungscharakteristik besitzt als das Material des festen Aufbaus (30);
 - der feste Aufbau weist einen Mantelring (24) und eine innere Ringnut (34) auf;
 - jedes Schaufelringsegment (58) ist mit einem stromaufwärtigen, radial nach außen weisenden Flanschabschnitt (62) versehen;
 - die Flanschabschnitte (62) liegen in der inneren Ringnut (34) radial beweglich und bilden einen gasdichten Abschluß gegenüber dem festen Aufbau.
2. Gasturbinentriebwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausdehnungsring (40) Axialnuten (44) aufweist, in die mit axialem und radialem Spiel Riegel (38) eingreifen, die an einem Ring (30) des festen Aufbaus festgelegt sind.
3. Gasturbinentriebwerk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Riegel (38) und Nuten (44) im Querschnitt rechteckig sind.
4. Gasturbinentriebwerk nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausdehnungsring (40) eine Axiallänge besitzt, die kleiner ist als die Länge der Riegel (38), und daß ein Klemmring (46) an den freien Enden der Riegel (38) angeklemt ist.
5. Gasturbinentriebwerk nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Klemmring (46) mit einem axial verlaufenden Flansch die Riegel (38) überlappt und gleitbar an einem weiteren zylindrischen Körper angreift, der am äußeren Turbinengehäuse (28) fixiert ist.
6. Gasturbinentriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Schaufelringsegment (58) von Dübelzapfen (56) getragen wird, die an einer Radialfläche des ersten Ausdehnungsringes (40) festgelegt sind.
7. Gasturbinentriebwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenraum zwischen benachbarten Schaufelringrändern durch einen Dichtungstreifen überbrückt ist, wobei jeder Rand des Dichtungstreifens in einem Schlitz (78) des jeweiligen Schaufelringrandes aufgenommen ist.
8. Gasturbinentriebwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufschaufeln (80) einen äußeren Schaufelringsabschnitt (84) aufweisen, der zwei im axialen Abstand zueinander angeordnete, radial nach außen vorstehende Dichtungsstege (86, 88) trägt, und daß die Abmessungen des Aufbaus derart sind, daß

bei Einbau in situ um eine Laufschaufelstufe herum die Ebene (90), in der der Abdeckaufbau aufgehängt ist, mit der Ebene zusammenfällt oder nahezu zusammenfällt, die die axial stromabwärtigen Dichtungsstege (86, 88) enthält.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

Fig. 3.

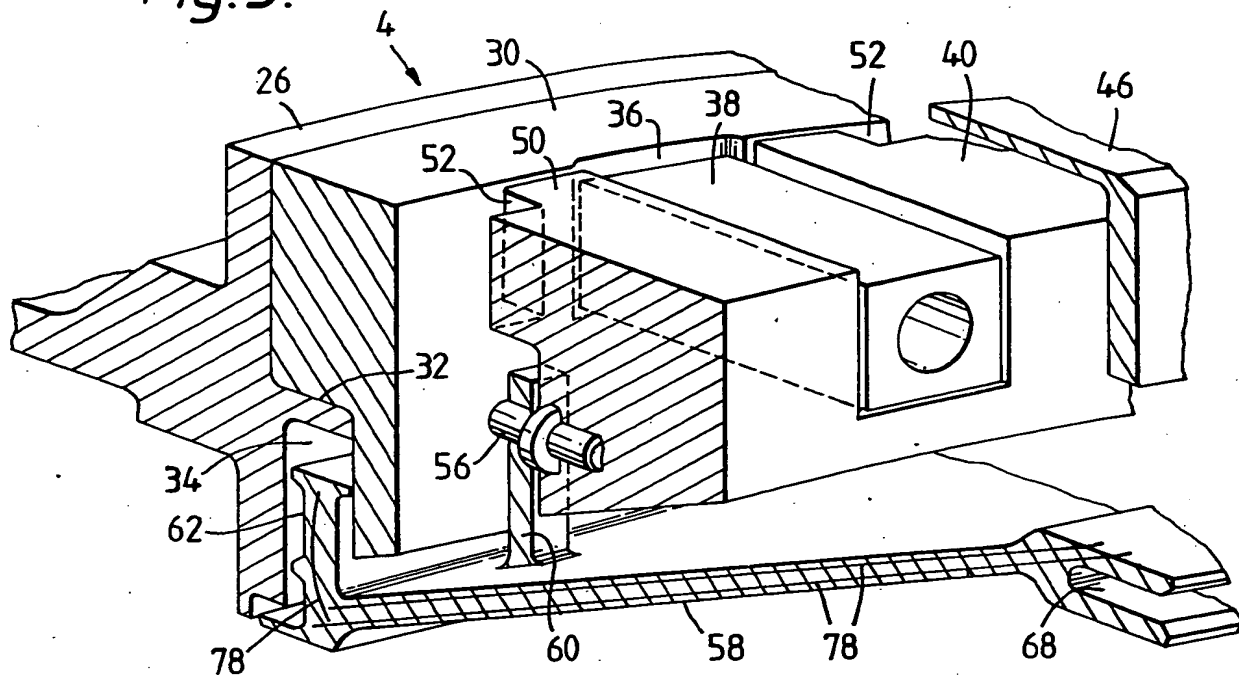


Fig. 4.

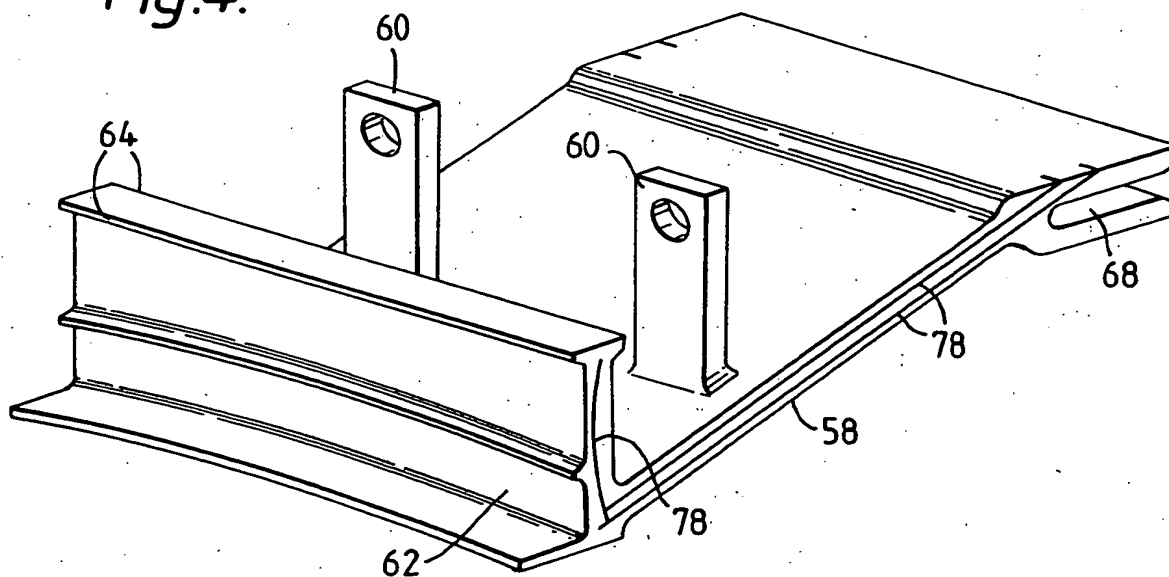


Fig. 5.

